

Pengaruh konsentrasi sublethal endosulfan dan glifosat terhadap konsumsi oksigen kerang darah (*Anadara granosa*)

Effects of sub-lethal concentrations of endosulfan and glifosat on oxygen consumption of blood cockle (Anadara granosa)

Mikson M.D. Nalle^{1*}, Ricky Gimin²

¹Program studi Teknologi Budidaya Perikanan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang, Jalan Adisucipto Penfui Kupang PO Box 1152 Kupang 85011.*Email Korespondensi: danierni@yahoo.co.id

²Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Nusa Cendana, Jalan Adisucipto Penfui Kupang Kotak Pos 104, 85001, NTT

Abstract. The aims of the study were: (1) to test oxygen consumption of *Anadara granosa* under sub-lethal concentrations of endosulfan, (2) oxygen consumption under sub-lethal concentrations of glifosat and (3) oxygen consumption under mixture of endosulfan and glifosat. Complete randomized design were applied on this experiment. Initially, the oxygen consumption was standardised against animal's dry flesh weight. Results showed that dry flesh weight affected significantly the oxygen consumption. The relationship between the two variables was formulated as $y = 0.217 + 0.243x$. Based on this relationship, the oxygen consumption was reported as mg/l/hr of 1g standard animal. Exposure of blood cockles to various sub-lethal concentrations of pesticides showed that the oxygen consumption rates reduced as the concentrations increased. For endosulfan, the oxygen consumption rate decreased from (0.5325 ± 0.1556) mg/l/hr at 0.05 ppm to (0.2282 ± 0.1552) mg/l/hr at 0.5 ppm. Increasing glifosat from 50 ppm to 200 ppm reduced the oxygen consumption from (0.3111 ± 0.1811) to (0.2449 ± 0.2548) mg/l/hr. Accordingly, the oxygen consumption decreased from (0.3376 ± 0.972) mg/l/hr to (0.2841 ± 0.2057) mg/l/hr when concentrations of mixture endosulfan + glifosat mixture increased from 0.005 + 50 ppm to 5 + 200 ppm.

Keywords: pesticide; endosulfan; glyphosate; *Anadara granosa*; bioassay; oxygen consumption

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi sublethal endosulfan, glifosat, dan secara bersama-sama terhadap konsumsi oksigen kerang darah (*Anadara granosa*). Metode eksperimental dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) diterapkan dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat tubuh mempengaruhi laju konsumsi oksigen dengan hubungan $y = 0,217 + 0,243 x$, sehingga hasil pengukuran laju konsumsi oksigen dinyatakan sebagai mg/l/jam per 1 gram berat kering kerang standar. Pemaparan terhadap konsentrasi sublethal menunjukkan bahwa laju konsumsi oksigen menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi masing – masing pestisida maupun campurannya. Untuk endosulfan, laju konsumsi oksigen menurun dari $(0,5325 \pm 0,1556)$ mg/l/jam pada 0,05 ppm menjadi $(0,2282 \pm 0,1552)$ mg/l/jam pada 5 ppm. Untuk glifosat, laju konsumsi oksigen menurun dari $(0,3111 \pm 0,1811)$ mg/l/jam pada 50 ppm menjadi $(0,2449 \pm 0,2548)$ pada 200 ppm, sedangkan untuk campuran endosulfan + glifosat, laju konsumsi oksigen menurun dari $(0,3376 \pm 0,972)$ mg/l/jam pada 0,005 + 50 ppm menjadi $(0,2841 \pm 0,2057)$ mg/l/jam pada 5 + 200 ppm. Kisaran konsentrasi sublethal ini sangat mempengaruhi konsumsi oksigen kerang darah (*Anadara granosa*) yaitu laju konsumsi oksigen akan menurun jika konsentrasi endosulfan dan glifosat ditingkatkan.

Kata kunci: pestisida; endosulfan; glifosat; *Anadara granosa*; bioassay; konsumsi oksigen

Pendahuluan

Penggunaan bahan kimia pada bidang pertanian secara luas dan rumah tangga yang terjadi di daerah hulu merupakan sumber bahan pencemar potensial yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan perairan. Sebagian besar bahan kimia tersebut bersifat toksik dan persisten di alam serta dibuang ke lingkungan di bawah waktu paruhnya (Sudarmo, 1998). Aplikasi pestisida dan bahan kimia dalam kegiatan pertanian secara luas, di satu pihak telah dapat mengamankan produksi, namun di lain pihak justru dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kemungkinan terjadinya resistensi jasad pengganggu itu sendiri, terancamnya sintasan musuh alami yang bukan organisme sasaran, meningkatnya kandungan residu pestisida, antibiotika, logam berat dan bahan-bahan toksik lainnya baik di tanah, air, maupun jasad-jasad dalam rantai makanan (Wisnu, 2001).

Berbagai studi telah dilakukan mengenai pestisida dan pengaruhnya terhadap organisme, di antaranya adalah Mulla *et al.* (1981) tentang distribusi dan keberadaan insektisida malathion dan parathion di lingkungan, Connell dan Miller (1984) tentang ekotoksikologi dan reaksi kimia dari pestisida, Murty (1986) tentang daya

racun pestisida terhadap ikan, Rompas *et al.* (1989) tentang hubungan antara toksisitas dan penghambatan enzim acetylcholinesterase dari pestisida golongan organophosphat (thiono dan oxo-form) pada larva ikan, Kobayashi *et al.* (1990) tentang pengaruh pestisida organophosphat terhadap aktivitas metabolisme dari larva ikan, Gallo & Lawryk (1991) tentang pestisida organophosphat, Monserrat *et al.* (1991) telah meneliti pengaruh parathion (insektisida) terhadap konsumsi oksigen kepiting laut *Chasmagnathus granulata*, Rodriguez dan Pisano (1993) tentang pengaruh parathion 2.4-d dari inkubasi telur dan larva *Chasmagnathus granulata* di tempat pembenihan dan Lasut (1996) tentang pengaruh pencemaran air laut terhadap daya racun ethyl parathion pada *Ophryotrocha diadema*. Secara umum dijelaskan bahwa pestisida dapat menyebabkan mortalitas, menghambat pertumbuhan dan reproduksi organisme invertebrata laut, dan mempengaruhi tubuh manusia.

Residu pestisida, khususnya endosulfan dan glifosat, yang tidak terkontrol di lahan-lahan pertanian merupakan tekanan yang sangat berat bagi ekosistem lingkungan perairan pantai, khususnya organisme avertebrata benthik yang hidup mendiami daerah tersebut. Sebagai contoh kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan organisme sessile yang hidup di muara sungai atau pada perairan hutan bakau dengan kadar garam 10 – 30 ppm (Asikin, 1985), *A. granosa* juga dalam memperoleh oksigen dan makanan dengan cara menyaring air, sehingga efek paparan bahan kimia lebih besar. Usaha pengelolaan dan pengontrolan terhadap pemakaian bahan kimia ini hanya dapat dilakukan apabila diketahui informasi mengenai pengaruh sublethal pada ekosistem perairan.

Menurut Tchobrylous dan Schroeder (1987), untuk mengetahui pengaruh toksisitas suatu bahan kimia (bahan pencemar) pada suatu organisme yang hidup di badan air penerima adalah dengan menggunakan indikator biologi (bioassay; biological assay). Untuk itu telah dilakukan penelitian tentang “Pengaruh Konsentrasi Sublethal Pestisida Endosulfan dan Glifosat terhadap Konsumsi Oksigen Kerang Darah (*Anadara granosa*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi sublethal endosulfan, glifosat, dan secara bersama-sama terhadap konsumsi oksigen kerang darah (*Anadara granosa*).

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Toples volume 3 liter, Aquarium volume 40 liter, Timbangan Analitik (Denver Instruments MZ20D) dengan tingkat ketelitian 0,0001, DO Meter Eutech Instruments Scyberscan 100 SN 244698, Termometer (pengukur suhu), Aerator, Sarung tangan, Oven WTB Winder (0 - 200°C), Pipet, Desiccator, Gelas kimia, Kertas label, Jerigen volume 20 liter, Labu ukur sedangkan Dua macam bahan uji pestisida yang digunakan, yaitu: Endosulfan (insektisida organoklorin) yang mempunyai rumus empiris $C_9H_6Cl_6O_3S$. Nama dagang dari bahan kimia ini adalah Thiodan, Akodani, Endocide, Beofit, Cyclodan, Malix, Thimul dan Thifus, Glifosat (herbisida organofosfat) yang mempunyai nama kimia N-(phosphonomethyl) glycine. Nama dagangnya adalah Glifonox, Glycel, Rodeo, Rondo dan Roundup.

Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang dicobakan yaitu perbedaan konsentrasi pestisida yang meliputi: Endosulfan (0,005 ppm, 0,05 ppm, 5 ppm), Glifosat (50 ppm, 100 ppm, 200 ppm), Endosulfan dan glifosat secara bersama-sama (0,005+50 ppm, 0,05+100 ppm, 5+200 ppm).

Hewan uji

Hewan uji dalam penelitian ini adalah kerang darah (*Anadara granosa*). Pemilihan ini didasarkan atas pertimbangan bahwa *A. granosa* adalah hewan feeding filter sehingga efek paparan bahan polutan khususnya pestisida lebih tinggi dibandingkan dengan spesies hewan air lainnya, *A. granosa* juga merupakan hewan air dengan tingkat menyesuaikan diri terhadap lingkungan yang tercemar sangat baik, sehingga cocok dijadikan sebagai hewan model.

Pengadaan air laut untuk percobaan

Air laut digunakan dalam proses aklimatisasi dan percobaan diambil langsung dari perairan dimana hewan uji berada. Semua air laut yang digunakan untuk percobaan terlebih dahulu disterilisasi dengan menggunakan “autoclave” pada suhu 121°C selama 30 menit. Suhu, pH dan salinitas air laut akan dikontrol dan dicatat selama percobaan.

Variabel yang diuji

Variabel percobaan yang diuji/diamati adalah konsentrasi sublethal dan konsumsi oksigen (oksigen yang digunakan/dimanfaatkan oleh hewan uji pada periode waktu percobaan).

Pengukuran konsumsi oksigen

Pengukuran konsumsi oksigen dilakukan dengan cara mengukur oksigen terlarut didalam air wadah percobaan sesudah hewan uji dimasukkan. Wadah percobaan yang digunakan adalah toples yang terbuat dari kaca dengan volume 3 liter. Pengukuran tersebut menggunakan “Dissolve oxygen meter” (Do Meter). Sebelum pengukuran, hewan uji ditempatkan di dalam wadah percobaan yang beraerasi selama satu jam sebagai periode aklimatisasi pengukuran. Setelah periode tersebut, kemudian oksigen terlarut didalam air wadah diukur dan hasilnya dicatat sebagai data oksigen terlarut awal (C_{aw}). Selanjutnya aerasi dimatikan dan wadah ditutup rapat (untuk mencegah tidak ada udara yang keluar masuk ke dalam wadah selama percobaan). Dalam keadaan ini, hewan uji dibiarkan (tanpa gangguan) selama periode 4 jam. Pada akhir periode ini, oksigen terlarut diukur kembali dan hasilnya dicatat sebagai data oksigen terlarut akhir (C_{ak}).

Variabel konsumsi oksigen yang digunakan dalam penelitian ini adalah merupakan laju konsumsi oksigen (R) yang diperoleh dari selisih antara data pengukuran oksigen terlarut (awal dan akhir).

Standarisasi berat tubuh dalam penentuan konsumsi oksigen

Penentuan berat tubuh distandarkan ke berat jaringan kering 1 gram kerang standar, menurut rumus yang dikemukakan oleh Bayne dan Newell (1983) dalam Gimin (2007).

Prosedur penelitian

Percobaan Pendahuluan: Pengaruh Berat Tubuh Terhadap Konsumsi Oksigen

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berat tubuh terhadap konsumsi oksigen *A. granosa*. Untuk itu percobaan dirancang sebagai berikut; Tiga puluh individu dengan kisaran berat kerang jaringan lunak 0,3947 gram – 4,4190 gram, masing-masing individu diletakkan dalam unit percobaan tersendiri berupa toples kaca (volume 3 liter) dengan volume air 2 liter. Pengukuran konsumsi oksigen dilakukan sama seperti yang dijelaskan pada sub bagian pengukuran konsumsi oksigen.

Percobaan 1: untuk mengetahui konsentrasi sublethal

Hewan uji sebanyak 10 ekor dimasukkan kedalam wadah percobaan (volume 3 liter) dengan volume air 1 liter, yang dikontaminasi dengan konsentrasi endosulfan (0,005; 0,5; 5; 50; 500 ppm), glifosat 50; 100; 200; 400; 800 ppm dan endosulfan+glifosat (0,005+50; 0,5+100; 5+200; 50+400; 500+800 ppm), yang dilengkapi dengan aerasi. Setelah 96 jam, lalu dihitung jumlah individu yang mati untuk setiap perlakuan. Apabila proporsi jumlah hewan uji yang mati melebihi $\frac{1}{2}$ bagian atau hampir keseluruhan, maka dianggap pada konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi kritis (konsentrasi yang mengakibatkan mortalitas). Setelah mendapat kisaran konsentrasi tersebut kemudian dipilih 3 konsentrasi (dimana jumlah individu yang mati tidak lebih dari $\frac{1}{2}$ bagian atau keseluruhan) ditambah 1 kontrol untuk digunakan pada tahap percobaan berikutnya.

Percobaan 2: endosulfan

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh endosulfan yang terlarut dalam air terhadap konsumsi oksigen *Anadara granosa*. Untuk itu percobaan dirancang sebagai berikut:

Satu hewan uji diletakkan dalam wadah dan dikontaminasikan pada konsentrasi endosulfan (3 konsentrasi berdasarkan percobaan 1) ditambah 1 kontrol (0 ppm) yang dipersiapkan sebelumnya, sebagai perlakuan dan dilakukan 6 kali ulangan untuk setiap perlakuan. Pengukuran konsumsi oksigen dilakukan sama seperti yang dijelaskan pada sub bagian pengukuran konsumsi oksigen.

Setelah pengukuran tersebut dilakukan pengukuran berat bersih (w) dengan cara: hewan uji dikumpulkan dan dipisahkan antara bagian tubuh yang keras (cangkang) dan yang lunak (daging). Kemudian masing-masing dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 malam (untuk memperoleh berat kering yang konstan). Selanjutnya bagian tubuh yang lunak (daging) ditimbang menggunakan timbangan analitik (ketelitian 0.0001 gram) dan dicatat sebagai berat kering (w) untuk masing-masing perlakuan dan ulangan.

Percobaan 3: glifosat

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh glifosat (bahan pencemar) yang terlarut dalam air terhadap konsumsi oksigen *Anadara granosa*. Untuk itu percobaan dirancang sama seperti percobaan 2, kecuali konsentrasi bahan uji yaitu 3 konsentrasi yang didapat dari percobaan 1 untuk glifosat, dimana jumlah individu yang mati pada perlakuan tidak lebih dari $\frac{1}{2}$ atau hampir keseluruhan populasi.

Percobaan 4. Endosulfan dan glifosat secara bersama-sama

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh endosulfan dan glifosat secara bersama-sama yang terlarut dalam air terhadap konsumsi oksigen *Anadara granosa*. Untuk itu percobaan dirancang sama seperti percobaan 2, kecuali konsentrasi bahan uji yaitu 3 konsentrasi yang didapat dari percobaan 1 untuk endosulfan dan glifosat secara bersama-sama, dimana jumlah individu yang mati pada perlakuan tidak lebih dari $\frac{1}{2}$ atau hampir keseluruhan populasi.

Analisis data

Untuk mengetahui pengaruh berat kerang terhadap laju konsumsi oksigen serta signifikansi hubungan linear antara berat tubuh dengan konsumsi oksigen pada percobaan pendahuluan maka dilakukan perhitungan terhadap nilai koefisien determinasi (r^2) dan koefisien arah regresi (b) berdasarkan persamaan Regresi Linear (Walpole, 1995) sedangkan metode statistik Analisis Ragam (ANOVA) dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan untuk menganalisis ragam dari masing-masing perlakuan. Jika hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh perlakuan yang nyata atau sangat nyata maka dilanjutkan dengan uji BNJ (Beda Nyata Jujur).

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh berat tubuh terhadap laju konsumsi oksigen *anadara granosa*

Hasil analisis regresi memperlihatkan bahwa berat tubuh berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap laju konsumsi oksigen pada *A. granosa*. Meskipun demikian, nilai koefisien determinasi yang dicapai rendah yaitu 0,166.

Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa berat tubuh mempengaruhi laju konsumsi oksigen. Hal ini serupa dengan yang telah dilaporkan Isnaeni (2006) menyatakan bahwa, ukuran tubuh sangat mempengaruhi hewan di dalam proses metabolisme secara keseluruhan yaitu jika ukuran tubuh besar maka akan memerlukan jumlah oksigen yang besar pula.

Adanya pengaruh dari berat tubuh terhadap konsumsi oksigen erat kaitannya dengan ukuran jaringan, terutama insang (ctenidia) yang menentukan proses penyerapan oksigen. Kerang memperoleh oksigen melalui proses filtrasi air lewat insang (Nontji, 1993). Pada individu-individu yang berukuran besar, areal insang relatif lebih luas, sehingga mampu melewati air dengan volume yang lebih besar untuk proses respirasi. Akibatnya kandungan oksigen dan air dalam toples yang berisi kerang yang berukuran besar akan lebih cepat berkurang dibandingkan dengan toples yang berisi kerang yang berukuran lebih kecil. Meskipun demikian, berat tubuh bukan merupakan penentu utama laju konsumsi oksigen. Pada penelitian ini, berat tubuh hanya mempengaruhi sebesar 16% laju konsumsi oksigen. Hasil ini sangat berbeda dengan peneliti lain yaitu Booth dan Mangum (1979) serta Famme (1981) yang melaporkan bahwa berat tubuh berpengaruh hingga 60% terhadap laju konsumsi oksigen. Lebih rendahnya pengaruh berat tubuh dalam percobaan ini diduga disebabkan oleh kerang tidak optimal dalam melakukan proses metabolisme.

Konsentrasi sublethal kerang darah (*anadara granosa*)

Hasil percobaan menunjukkan bahwa konsentrasi sublethal endosulfan terhadap *A. granosa* yaitu terletak diantara konsentrasi 0,005 – 5 ppm, glifosat terletak di antara konsentrasi 50 – 200 ppm, sedangkan endosulfan+glifosat terletak diantara konsentrasi 0,005+50 – 5+200 ppm.

Kobayashi *et al.* (1990), menyatakan bahwa rendahnya laju konsumsi oksigen yang terjadi dari suatu percobaan yang dipengaruhi oleh bahan pencemar mengindikasikan besarnya tingkat penghambatan (inhibition) dari bahan tersebut. Selanjutnya dijelaskan bahwa konsentrasi yang menyebabkan kematian sebesar 30 – 49% disebut penghambatan sedang (moderate inhibition). Hal ini berarti bahwa konsentrasi 0,5 dan 5 ppm endosulfan, 100 dan 200 ppm glifosat serta 0,5+100 dan 5+200 ppm endosulfan+glifosat dapat digolongkan sebagai penghambat kuat, sedangkan 0,005 ppm endosulfan, 50 ppm glifosat dan 0,005+50 ppm endosulfan+glifosat digolongkan sebagai penghambat lemah.

Pada percobaan ini diperoleh informasi mengenai persentase mortalitas *A. granosa* setelah dikontaminasi dengan bahan aktif endosulfan dan glifosat. Semakin tinggi konsentrasi bahan aktif pestisida maka akan semakin tinggi pula mortalitas *A. granosa*. Mortalitas yang terjadi merupakan akibat dari toksisitas pestisida yang digunakan. Menurut Monserrat *et al.* (1991); Lasut (1996), pestisida organoklorin bersifat racun langsung mematikan organisme perairan. Akibat toksisitas tersebut, penggunaan yang tidak bertanggung jawab di daratan akan menimbulkan dampak buruk berupa kematian organisme bukan sasaran di perairan.

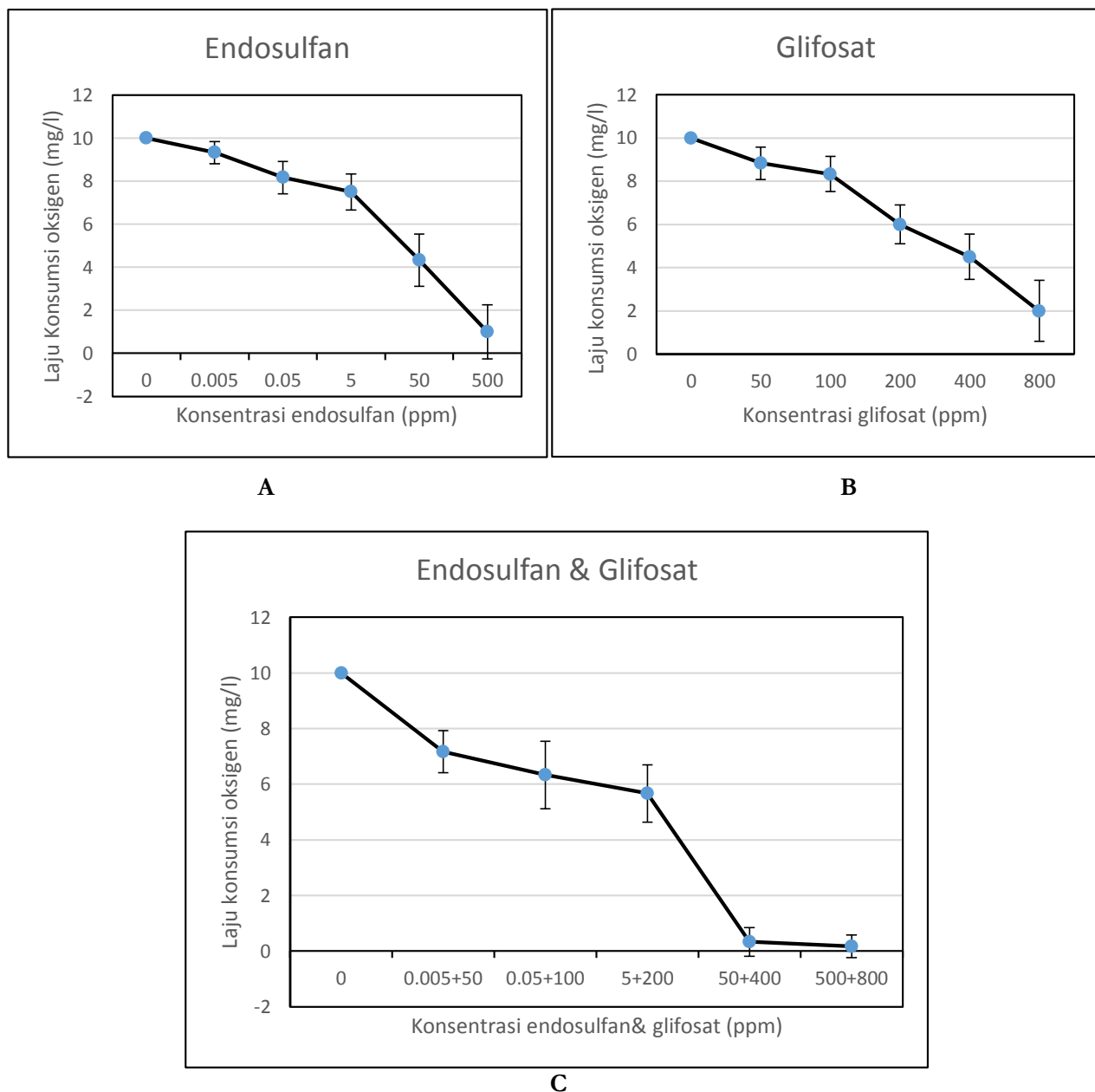
Pengaruh jenis pestisida pada konsentrasi sublethal terhadap laju konsumsi oksigen kerang darah (*anadara granosa*)

Hasil analisis memperlihatkan bahwa terjadi kecenderungan laju konsumsi oksigen pada perlakuan kontrol, lalu meningkat setelah jam ke-2 setelah itu menurun dengan cepat hingga berakhirnya percobaan. Sedangkan pada perlakuan endosulfan, laju konsumsi oksigen lebih rendah dibandingkan dengan kontrol dan menunjukkan kecenderungan yang relatif tetap dari awal hingga akhir percobaan.

Rata-rata laju konsumsi oksigen *A. granosa* yang dipengaruhi glifosat tertinggi terjadi pada kontrol yaitu $0,5970 \pm 0,2038$ mg/l/jam dilanjutkan dengan $0,3111 \pm 0,1811$ mg/l/jam pada konsentrasi 50 ppm, $0,2019 \pm 0,1386$ mg/l/jam pada konsentrasi 100 ppm dan terendah yaitu $0,2449 \pm 0,2548$ mg/l/jam pada konsentrasi 200 ppm. Ini menunjukkan telah terjadi penurunan kemampuan laju konsumsi oksigen *A. granosa*

yang dipengaruhi oleh glifosat. Penurunan konsumsi oksigen ini sejalan dengan meningkatnya konsentrasi glifosat yaitu $0,3111 \pm 0,1811$ mg/l/jam pada konsentrasi 50 ppm, $0,2019 \pm 0,1386$ mg/l/jam pada konsentrasi 100 ppm dan $0,2449 \pm 0,2548$ mg/l/jam pada konsentrasi 200 ppm. Sedangkan bahan aktif endosulfan+glifosat rata-rata laju konsumsi oksigen tertinggi terjadi pada kontrol yaitu $0,7499 \pm 0,2316$ mg/l/jam dilanjutkan dengan $0,3376 \pm 0,0972$ mg/l/jam pada konsentrasi 0,005+50 ppm, $0,2841 \pm 0,2057$ mg/l/jam pada konsentrasi 5+200 ppm dan terendah yaitu $0,2360 \pm 0,2324$ mg/l/jam pada konsentrasi 0,05+100 ppm.

Pada semua jenis pestisida dan campurannya, terjadi penurunan laju konsumsi oksigen *A. granosa* sejalan dengan meningkatnya konsentrasi (Gambar 1). Terjadinya penurunan laju konsumsi oksigen dengan meningkatnya bahan polutan dalam air telah dilaporkan pada bivalvia lainnya. Uma Devi (1996) melaporkan bahwa laju konsumsi oksigen kerang *Mytilopsis sallei* menurun sejalan dengan bertambahnya konsentrasi merkuri dalam perairan.



Gambar 1. Hubungan Konsentrasi sublethal(A) endosulfan,(B) glifosat, (C) endosulfan + glifosat terhadap laju konsumsi oksigen *A. granosa*

Tingginya pengaruh endosulfan dalam menghambat laju konsumsi oksigen disebabkan oleh bahan aktif endosulfan merupakan jenis bahan aktif yang memiliki toksisitas paling tinggi, endosulfan juga merupakan insektisida organoklorin yang memberikan pengaruh terhadap sistem saraf pusat dan bekerja menghambat enzim Asetilkolinesterase (AChE) (Razak, 1996); Lasut (1996).

Menurut Moriarty (1993), menyatakan bahwa penghambatan terhadap aktivitas enzim ini akan menyebabkan keracunan akut yang pada akhirnya fungsi syaraf sistem metabolisme akan terganggu sehingga dapat menyebabkan kematian.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa adanya pengaruh perlakuan yang sangat nyata, sedangkan hasil sidik ragam uji lanjut (Tabel 1) menunjukkan bahwa dari semua jenis pestisida yang diuji, endosulfan memberikan pengaruh sangat tinggi dalam menekan laju konsumsi oksigen.

Tabel 1. Hasil Uji Lanjut BNJ Jenis Pestisida

Jenis pestisida	Total	Rerata (mg/l)	Notasi
Glifosat	8,1288	0,338702	A
Endosulfan + glifosat	9,6451	0,401879	A
Endosulfan	11,6178	0,484077	B
BNJ 0,05	0,1499		

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada 5%

Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap laju konsumsi oksigen *A. granosa*. Sedangkan hasil uji lanjut BNJ (Tabel 1) menunjukkan bahwa endosulfan+glifosat berpengaruh dalam menghambat laju konsumsi oksigen.

Hasil uji lanjut BNJ jenis pestisida dengan konsentrasi pada Tabel 2, menunjukkan bahwa perlakuan kontrol memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap laju konsumsi oksigen *A. granosa*. Ini berarti bahwa jenis pestisida dan konsentrasi berpengaruh sangat kuat dalam menghambat laju konsumsi oksigen *A. granosa*.

Tabel 2. Uji BNJ (Jenis pestisida dan Konsentrasi)

Jenis pestisida	Konsentrasi (ppm)	Rerata	Notasi
Glifosat	100	0,2019	A
Endosulfan	5	0,2282	A
Endosulfan + Glifosat	0,05+100	0,2360	A
Glifosat	200	0,2449	A
Endosulfan + Glifosat	5+200	0,2841	A
Glifosat	50	0,3111	A
Endosulfan + Glifosat	0,005+50	0,3376	A
Endosulfan	0,05	0,5148	A
Endosulfan	0,005	0,5325	A
Glifosat	0	0,5970	B
Endosulfan	0	0,6608	B
Endosulfan + Glifosat	0	0,7499	B
BNJ 5%		0,3681	
BNJ 1%		0,4285	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada 5%

Perlakuan antara jenis pestisida dan konsentrasi memberi pengaruh sangat kuat dalam menghambat laju konsumsi oksigen *A. granosa* yaitu secara berturut-turut; glifosat 100 ppm, endosulfan 5 ppm, endosulfan+glifosat 0,05/100 ppm, glifosat 200 ppm, endosulfan+glifosat 5/200 ppm.

Menurunnya laju konsumsi oksigen erat hubungannya dengan kerja enzim yang mengatur sistem syaraf. Secara fisiologis, pestisida berikatan dengan enzim yang berfungsi mengatur kerja syaraf, yaitu enzim kholinesterase. Apabila kholinesterase terikat, enzim ini tidak dapat melaksanakan tugasnya dalam meneruskan perintah pada otot-otot tertentu, sehingga otot-otot tidak dapat dikendalikan.

Lasut (1996) menyebutkan bahwa endosulfan merupakan jenis pestisida yang memiliki toksisitas paling tinggi. Pestisida ini merupakan insektisida organoklorin yang menghambat enzim Asetilkolinesterase (AchE). Selain itu, insektisida ini mengganggu keseimbangan sodium (Na) dan potasium (K) dalam sel saraf dan menyebabkan sistem saraf dalam keadaan tidak stabil. Akibatnya, hewan uji tidak dapat mengendalikan kontraksi otot sebagai akibat dari rangsangan otak yang berlebihan. Pengamatan terhadap tingkah laku hewan uji memperlihatkan tanda-tanda kepanikan. Ketika air terkontaminasi oleh bahan uji, hewan uji langsung menutup cangkangnya. Hal ini menunjukkan aktifitas kerja insektisida organoklorin dan organofosfat terhadap sistem saraf.

Pestisida dari golongan herbisida yang berbahan aktif glifosat umumnya bekerja secara sistemik, menghambat perkembangan sel, dapat terdegradasi oleh lingkungan dan pengaruhnya terhadap organisme bukan sasaran relatif kecil (Murty, 1986), Meskipun demikian, glifosat juga mempengaruhi laju konsumsi oksigen *A. granosa* dengan konsentrasi subletalnya.

Pada penelitian ini diperoleh informasi mengenai pengaruh penghambatan (inhibition) bahan aktif endosulfan dan glifosat terhadap laju konsumsi oksigen *A. granosa*. Rendahnya laju konsumsi oksigen *A. granosa* yang dipengaruhi oleh jenis pestisida yang berbahan aktif endosulfan dan glifosat mengindikasikan besarnya tingkat penghambatan (inhibition) dari bahan tersebut.

Isnaeni (2006) menyebutkan bahwa jika konsumsi oksigen rendah akan menyebabkan terganggunya metabolisme sel, karena oksigen digunakan dalam proses fosforilasi, yaitu dalam proses pembentukan ATP. Albert *et al.* (1989) mengemukakan bahwa, jika proses metabolisme sel terganggu, akan mempengaruhi aspek subletal yaitu pertumbuhan, reproduksi dan tingkah-laku organisme.

Jegerson (1990) mengemukakan bahwa pengambilan oksigen pada golongan (bivalva) tergantung pada aliran air yang melewati insang. Air dialirkan ke dalam ruang bagian dalam mantel melewati filamen-filamen insang terus ke organ suprabrasiacal dan ditolak keluar melalui rongga pengeluaran (Redpath dan Davenport 1988). Aliran air yang memasuki ruang bagian dalam mantel terjadi karena adanya cilia-cilia yang terdapat pada insang. Aliran air yang melewati ruang bagian dalam mantel adalah laminar dan kemudian oksigen yang terakumulasi di dalam air diambil secara difusi melewati epithelium dari ruang bagian dalam mantel (Famme dan Kofoed, 1980), dan juga ke seluruh jaringan tubuh hewan; kebanyakan melalui sirkulasi peredaran darah (Booth dan Mangum, 1979; Famme, 1981). Pada bagian tersebut, insang menjadi kurang penting dalam proses konsumsi oksigen hewan (Famme dan Kofoed, 1980).

Monserrat *et al.* (1991) telah meneliti pengaruh parathion (insektisida) terhadap konsumsi oksigen kepiting laut *Chasmagnathus granulata*. Terhambatnya konsumsi oksigen disebabkan oleh adanya penghambatan pada acetylcholine (Ach). Ach tersebut sangat berperan sebagai neurotransmitter dalam sensor syaraf dan pada penghubung neuromuscular tertentu.

Adanya polutan di dalam air dapat mempengaruhi konsumsi oksigen dalam 2 cara. Pertama, secara mekanis dengan menurunkan bukaan katup atau dengan secara langsung mempengaruhi kemampuan pemompaan (Jorgensen, 1990). Kedua, secara biokimia yang dihubungkan pada pengaruh polutan terhadap enzim. Kedua pengaruh tersebut dapat terjadi secara terpisah atau bersamaan.

Sejauh yang ditelusuri, informasi mengenai pengaruh pestisida terhadap konsumsi oksigen *A. granosa* tidak ditemui. Namun, apabila dihubungkan dengan polutan lainnya, Uma Devi (1996) menyatakan bahwa laju konsumsi oksigen dari Bivalva *Mytilopsis sallei* (Recluz) akan menurun jika konsentrasi mercury (Hg) ditingkatkan.

Kesimpulan

Bersarkan hasil kajian yang telah dikemukakan di atas maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut: Berat tubuh berpengaruh nyata terhadap laju konsumsi oksigen *A. granosa*. Kisaran konsentrasi subletal *A. granosa* yang di pengaruhi oleh endosulfan berkisar antara 0,005 – 5 ppm, glifosat 50 – 200 ppm dan endosulfan dan glifosat secara bersama-sama 0,005+50 – 5+200 ppm. Kisaran konsentrasi subletal ini sangat mempengaruhi konsumsi oksigen *A. granosa* yaitu laju konsumsi oksigen akan menurun jika konsentrasi endosulfan dan glifosat

ditingkatkan. Endosulfan, glifosat serta Endosulfan dan glifosat berpengaruh nyata terhadap laju konsumsi oksigen *A. granosa*.

Ucapan Terimakasih

Kepada Pimpinan dan staf Laboratorium Perikanan dan Kelautan Universitas Nusa Cendana dan Laboratorium Kimia Analitik Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana.

Daftar Pustaka

- Albert, B., D. Bray, J. Lewis, M. Reff, K. Robert, D. J. Watson. 1989. Molecular biology of the cell. 2nd Ed.. London: Garland Publishing, Inc.
- Asikin, T. 1985. Budidaya kerang darah. Direktorat. Jenderal Perikanan, Jakarta.
- Wisnu, A. W. 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi). Penerbit Andi Yogyakarta.
- Booth, C. I., C. P. Mangum. 1979. Oxygen uptake and transport in the lamellibranch mollusc. *Physiological Zoology*, 51:17-32.
- Connell, D. W., G. J. Miller. 1984. Chemistry and ecotoxicology of pollution. pp 162-223. Pesticides (Bab 7). John Wiley and Sons.
- Famme, P., L. H. Kofoed. 1980. The ventilatory current and ctenidal function related to oxygen uptake in declining oxygen tension by the mussel *Mytilus edulis* L. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 66A:161-171.
- Famme, P. 1981. Haemolymph circulation as a respiratory parameter in mussel *Mytilus edulis* L. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 69A:243-247.
- Gallo, M. A., N. J. Lawryk. 1991. Organic phosphorus pesticides. dalam W. J. Hayes, Jr. & E. R. Laws, Jr. (ed.). Handbook of pesticide toxicology. Vol. 2. Classes of pesticides. Academic press, Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. San Diego.
- Gimin, R. 2007. Filtrasi, ingesti, asimilasi dan perolehan energi pada kerang bakau *Polymesoda erosa* (Solander, 1786) yang diberikan pakan berbagai spesies mikroalga. Prosiding Seminar Hasil Penelitian IV. UGM-Yogyakarta, Tanggal 28 Juli 2007
- Isnaeni, W. 2006. Fisiologi hewan. Penerbit Kanisius Yogyakarta.
- Jorgensen, C. B. 1990. Bivalve filter feeding: hydrodynamics, bioenergetics, physiology and ecology. Olsen & Olsen. 140 pp.
- Kobayashi, K., R. M. Rompas, T. Maekawa, N. Imada, Y. Oshima. 1990. Changes in metabolic activity of tiger shrimp larvae at different stages to fenitrothion, an organophosphorus insecticide. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56(3):489-496.
- Lasut, M. T. 1996. Toxic effects of ethyl parathion and polluted seawater on the marine polychaete *Ophryotrocha diadema* (Dorvilleidae). M.Sc. Thesis. University of Aarhus. Denmark.
- Monserat, J. M., E. M. Rodriguez, R. J. Lombardo. 1991. Effects of salinity on the toxicity of parathion to the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda: Grapsidae). *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology*, 46:569-575.
- Moriarty, F. 1993. Ecotoxycology: The study of pollutants in ecosystem. 2nd Ed. Academic Press London.
- Mulla, M. S., L. S. Mian, J. A. Kaweck. 1981. Distribution, transport, and fate of the insecticides malathion and parathion in the environment. In F. A. Gunther & J. D. Gunther (ed.). Residue Reviews. Residues of pesticides and other contaminants in the total environment. Springer-Verlag. New York. 137 p.
- Murty, A. S. 1986. Toxicity of pesticides to fish. CRC Press.
- Nontji, A. 1993. Laut nusantara. Djambatan, Jakarta.
- Razak, H. 1996. Studi pendahuluan pestisida organoklorin di perairan Banten. Makalah, disajikan pada Seminar Nasional Wilayah Pantai. Aspek Manajemen dan Dinamika Biofisika Jepara. 20-23 Oktober 1996.
- Redpath, K. J., J. Davenport. 1988. The effect of cooper, zinc and cadmium on the pumping rate of *Mytilus edulis* L. *Aquatic Toxicology*, 13:217-226.
- Rompas, R. M., K. Kobayashi, Y. Oshima, N. Imada, K. Yamato, Y. Mitsuyasu. 1989. Relationship between toxicity and acetylcholinesterase inhibition of some thiono and oxo-form organophosphate in tiger shrimp larvae at different stages. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55(4): 669-673.
- Rodriguez, E. M., A. Pisanò. 1993. Effects of parathion and 2,4-d to eggs incubation and larvae hatching in *Chasmagnathus granulata* (Decapoda: Brachyura). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 104C(1):71-78.
- Sudarmo. 1998. Pestisida untuk tanaman. Penerbit Kanisius Yogyakarta. 124 hal.

- Uma Devi, V. 1996. Changes in oxygen consumption and biochemical composition of the marine fouling dreissenid Bivalve *Mytilopsis salleri* (Recluz) exposed to mercury. Academic Press, Inc. All rights reserved. Department of zoology, Andhra University, Waltair India.
- Walpole, R. E. 1995. Pengantar statistik Edisi ke-3, Penerbit PT. Gramedia Jakarta.
- Tchobarylous, G., E. D. Schroeder. 1987. Water quality. University of California at Davis, Addison-Wesley Publishing Company, Los Angeles.